



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES  
 POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

***BIODIESEL PRODUCTION WITH VARIOUS RAW MATERIALS AND PHASE SEPARATION BY  
 ELECTRICAL CONDUCTIVITY***

***PRODUCCIÓN DE BIODIESEL CON DIVERSAS MATERIAS PRIMAS Y SEPARACIÓN DE FASES  
 POR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA***

Débora Nathália Fernandes Florindo<sup>1</sup>, Stefani Gabrieli Dias de Freitas<sup>2</sup>, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos<sup>3</sup>

e422662

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i2.2662>

PUBLICADO: 02/2023

**RESUMO**

O biodiesel é um combustível renovável obtido a partir da reação de transesterificação de amostras de óleo com um álcool e catalisador e se apresenta como alternativa para substituição de combustíveis fósseis. Para separação das fases obtidas da reação em escala laboratorial comumente são utilizados decantadores, sujeitos a operação manual e erros de operação. O objetivo desse trabalho é analisar a condutividade elétrica das diferentes fases da reação, entre elas biodiesel-glicerina e biodiesel-águas de lavagem para diferentes matérias-primas. Como metodologia foram realizadas reações de transesterificação para diferentes matérias-primas e, posteriormente, medidas as condutividades elétricas através de um condutivímetro de bancada para todas as fases. Como resultados observou-se que, para todas as matérias-primas utilizadas, o biodiesel apresentou um valor de condutividade bastante inferior ao da glicerina e águas de lavagem, conforme esperado. Pode-se destacar as condutividades para a amostra de gordura bovina, com diferença de mais de 38.000 vezes entre as fases biodiesel e glicerina. Portanto, conclui-se que o modelo utilizado é eficiente e pode ser utilizado para separação de fases com diferentes condutividades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiesel. Condutividade. Separação de fases.

**ABSTRACT**

*Biodiesel is a renewable fuel obtained from the transesterification reaction of oil samples with an alcohol and catalyst and presents itself as an alternative for replacing fossil fuels. For the separation of the phases obtained from the reaction on a laboratory scale, decanters are commonly used, subject to manual operation and operation errors. The objective of this work is to analyze the electrical conductivity of the different phases of the reaction, including biodiesel-glycerin and biodiesel-wash water for different raw materials. As a methodology, transesterification reactions were carried out for different raw materials and later the electrical conductivities were measured through a bench conductivity meter for all phases. As a result, it was observed that for all the raw materials used, biodiesel presented a conductivity value much lower than that of glycerin and washing water, as expected. We can highlight the conductivities for the bovine fat sample, with a difference of more than 38,000 times between the biodiesel and glycerin phases. Therefore, it is concluded that the model used is efficient and can be used for phase separation with different conductivities.*

**KEYWORDS:** Biodiesel. Conductivity. Phase separation.

**RESUMEN**

*El biodiesel es un combustible renovable obtenido de la reacción de transesterificación de muestras de aceite con un alcohol y catalizador y se presenta como una alternativa para la sustitución de combustibles fósiles. Para la separación de las fases obtenidas de la reacción a escala de laboratorio, se utilizan comúnmente decantadores, sujetos a operación manual y errores de operación. El objetivo de este trabajo es analizar la conductividad eléctrica de las diferentes fases de la reacción, incluyendo biodiesel-glicerina y aguas de lavado de biodiesel para diferentes materias primas. Las reacciones de*

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

<sup>2</sup> Instituto Federal de São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

*transesterificación se realizaron como metodología para diferentes materias primas y, posteriormente, se midieron conductividades eléctricas utilizando un conductímetro de sobremesa para todas las fases. Como resultados, se observó que, para todas las materias primas utilizadas, el biodiesel presentó un valor de conductividad mucho menor que la glicerina y las aguas de lavado, como se esperaba. Se pueden destacar las conductividades para la muestra de grasa bovina, con una diferencia de más de 38.000 veces entre las fases de biodiesel y glicerina. Por lo tanto, se concluye que el modelo utilizado es eficiente y puede ser utilizado para la separación de fases con diferentes conductividades.*

**PALABRAS CLAVE:** Biodiesel. Conductividad. Separación de fases.

### 1. INTRODUÇÃO

A busca por novas fontes de energia vem sendo discutida em todo mundo, motivadas principalmente com a preocupação com as mudanças climáticas e esgotamentos das fontes de combustíveis fósseis. O biodiesel é um combustível renovável e aparece como alternativa promissora na substituição de combustíveis fósseis. Ele é obtido através do processo químico de transesterificação, onde as moléculas de triglicerídeos presentes em óleos de origem animal ou vegetal reagem com um álcool e são convertidos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos (biodiesel) e glicerol.

A separação das fases biodiesel-glicerol pode ser realizada de duas maneiras: decantação de fases, sendo essa a mais comum em sistemas batelada, ou através de centrífugas, utilizadas em processos contínuos. A separação de fases por decantação demanda tempo e pode ocasionar erros ou contaminação, logo buscou-se avaliar a diferença de condutividade entre as fases para avaliar o processo de automação de sensores. A condutividade elétrica de um material é a capacidade que este material possui em conduzir corrente elétrica, onde em um material condutor as cargas elétricas encontram-se livres, logo é necessário entender as propriedades de cada fase para se realizar a separação.

O presente trabalho justificou-se pela necessidade de compreender se é possível separar as fases glicerol e biodiesel e água de lavagem e biodiesel de forma automática, visto que o controle manual de válvulas é imprecisa e pode afetar a qualidade do produto final. Neste sentido, buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: É possível realizar a separação das fases de glicerol e biodiesel e de água de lavagem e biodiesel por meio da condutividade elétrica?

A busca por desenvolvimento de tecnologias mais limpas tem relação com a Agenda 2030 da ONU, que afirma que para colocar o mundo em um caminho sustentável é necessário tomar medidas transformadoras. Para isso foram desenvolvidos os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), que constituem uma lista de metas para serem cumpridas até 2030. No presente trabalho podemos observar uma relevância social e ambiental da pesquisa relacionado com os ODS de número 7, 11, 12 e 13, que dizem respeito de energia limpa e acessível, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis e ação contra mudança global no clima.

Diante dos fatos apontados, o objetivo geral do presente trabalho é analisar a diferença de condutividade elétrica a partir de um condutímetro de bancada para diferentes matérias primas



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

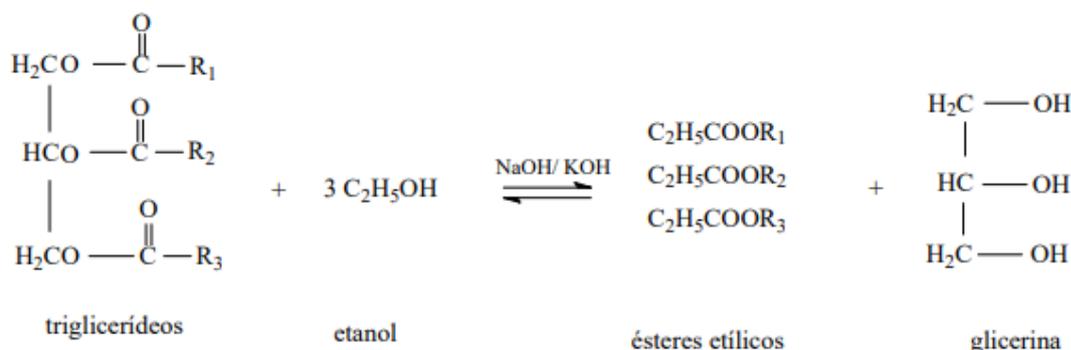
utilizadas: óleo de fritura, óleo de soja, óleo de canola, óleo de girassol, óleo de milho, gordura suína, gordura de frango e sebo bovino na produção de biodiesel. Como objetivos específicos tem-se: a) analisar a diferença de condutividade entre as fases biodiesel-glicerol; b) analisar a diferença de condutividade entre as fases biodiesel-águas de lavagem; c) comparar os resultados e avaliar se é possível realizar a separação de fases para diferentes matérias primas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 PRODUÇÃO DE BIODIESEL POR TRANSESTERIFICAÇÃO

A reação química correspondente à transformação de óleos ou gorduras de origem vegetal ou animal, com álcoois de cadeia curta em biodiesel é conhecida como reação de transesterificação. Essa reação também conhecida como alcoólise, pois consiste na reação entre um éster e um álcool, com formação de outro éster e outro álcool (MENEGETTI, 2013). A Figura 1 apresenta uma Representação Esquemática da Reação de transesterificação.

Figura 1: Representação Esquemática da Reação de transesterificação



Fonte: STELUTI (2007).

Existem diversas matérias primas disponíveis para a produção de biodiesel, passando de fontes de origem vegetal, como os óleos tradicionais de soja, algodão e girassol, aos mais exóticos, como os óleos de babaçu, pinhão manso e macaúba, passando ainda por gorduras de origem animal, produzidas em abates de bovinos, suínos e aves e, por fim, os óleos usados em frituras e resíduos oriundos de processos industriais (SANTOS, 2013).

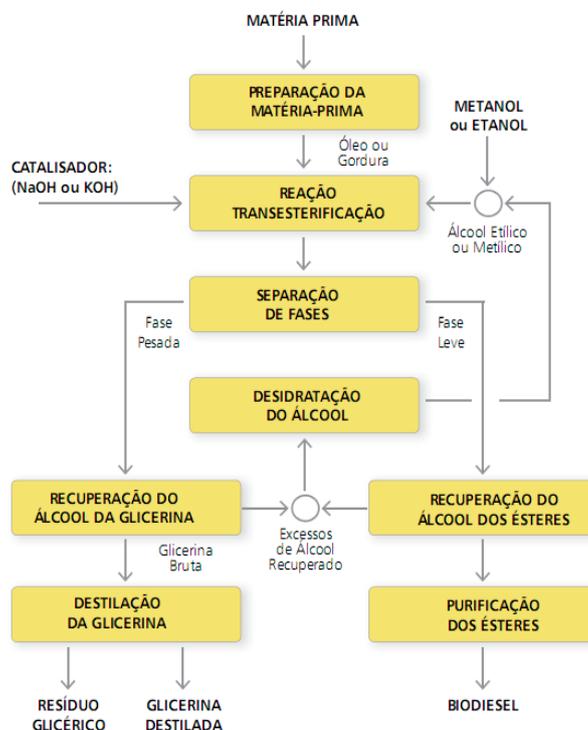
O processo de produção de biodiesel por meio da transesterificação, a partir de qualquer matéria prima, envolve as etapas de preparação da matéria prima, reação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, e purificação dos ésteres e da glicerina, como é mostrado na Figura 2.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Figura 2: Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel



Fonte: PARENTE (2003).

Segundo Parente (2003), os procedimentos de preparação da matéria prima têm por objetivo obter uma melhor taxa de conversão durante a reação de transesterificação. Deste modo, é necessário que a matéria prima tenha um valor mínimo de umidade e acidez, fatores que são ajustados a partir de um processo de neutralização com uma solução alcalina, seguida de um processo de secagem.

De Freitas (2022) realizou um estudo onde avaliou a produção de biodiesel a partir de diferentes matérias primas de origem vegetal, indicando em seu estudo que o método mais utilizado para a obtenção de biodiesel a partir dos óleos vegetais é o de transesterificação utilizando o álcool metanol, com destaque para matéria prima óleo de soja.

Florindo (2022) realizou um estudo sobre produção de biodiesel utilizando óleo de fritura, na qual foi observado que o óleo residual de fritura se apresenta como uma boa alternativa, visto seu baixo custo, fácil obtenção e manuseio e seu alto potencial de conversão.

### 2.1.1 TITULAÇÃO

O processo de produção de biodiesel utilizado é um método comum, que pode ser utilizado tanto em nível laboratorial quanto em produção em larga escala, considerando o tratamento da matéria-prima, titulação, transesterificação e caracterização.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Foram utilizadas as seguintes matérias primas: óleo de fritura, óleo de soja, óleo de canola, óleo de girassol, óleo de milho, gordura suína, gordura de frango e sebo bovino. Para a titulação foi adicionado 1 ml da matéria prima em um Erlenmeyer.

Para realização da titulação foi preparada uma solução de 1/1000 de hidróxido de sódio em água destilada, onde 1 grama de hidróxido de sódio foi dissolvido em 1 litro de água destilada. Em seguida, em um Erlenmeyer, foi adicionado 1 ml da matéria-prima e 9 ml de álcool isopropílico. A mistura foi agitada até obtermos uma mistura homogênea. Nesta solução (óleo + álcool isopropílico) foram adicionadas 10 gotas de solução de fenolftaleína a 1%. Se a solução mudar de cor, adquirindo uma coloração rosa claro, que deve permanecer por 10 segundos, a titulação está terminada, pois a coloração rosada indica que a solução não está ácida.

Caso a solução de óleo + álcool isopropílico + fenolftaleína não sofra alteração de cor, seguimos com a titulação, onde devem ser adicionadas quantidades de hidróxido de sódio até ser observado uma coloração rosa clara por mais de 10 segundos. Ao final do processo, esses valores são somados, onde, para cada ml adicional que é equivalente a 1 grama de hidróxido de sódio por litro de petróleo bruto deve ser adicionado.

### 2.1.2 PREPARAÇÃO DO METÓXIDO

As amostras foram realizadas em triplicata, com objetivo de diminuir os erros associados. Para preparação do metóxido foram adicionados 20% de volume de metanol em relação ao volume de amostra. Em seguida foi adicionado o catalisador, pesado previamente e agitou-se até obter uma mistura homogênea.

### 2.1.3 TRANSESTERIFICAÇÃO

A reação de transesterificação é a etapa da conversão do óleo ou gordura, em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constituem o biodiesel.

A amostra de óleo ou gordura foi aquecida até atingir a temperatura entre 60 e 65°C e nesta solução foram adicionados o metóxido e o catalisador (solução de NaOH). A amostra foi agitada durante 30 minutos.

Após a reação, a solução foi transferida para um funil de separação, onde permaneceu por 10 minutos. A fase mais densa, a glicerina, depositou-se no fundo do funil, e a fase menos densa permaneceu na parte superior. As fases foram separadas e caracterizadas de acordo com sua condutividade elétrica.

### 2.1.4 LAVAGEM DO BIODIESEL

A lavagem do biodiesel tem como objetivo remover impurezas e resíduos que não reagiram.

Para a lavagem foi aquecido, até a temperatura de aproximadamente 50°C, um volume de 10% de água em relação ao volume de biodiesel. A água foi misturada ao biodiesel e a solução foi agitada durante 5 minutos.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Percorrido o tempo, a amostra foi transferida para um funil de separação. A fase mais densa, nesse caso a água, permaneceu na parte inferior. As fases foram separadas e caracterizadas de acordo com sua condutividade elétrica.

A lavagem do biodiesel foi realizada por três vezes.

### 2.2 DIFERENCIAÇÃO DE FASES LÍQUIDAS E MISTURAS HETEROGÊNEAS POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

#### 2.2.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A resistência elétrica é definida como a capacidade que um corpo tem de opor-se à passagem da corrente elétrica. A unidade de medida da resistência no SI é o Ohm ( $\Omega$ ), em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm, e representa a razão volt/Ampère.

A resistência varia conforme a variação da tensão e da corrente elétrica de um condutor. Isso ocorre porque, quanto maior a intensidade da corrente elétrica ( $i$ ), menor a dificuldade que os portadores de carga enfrentam para movimentar-se, ou seja, menor a resistência. A diferença de potencial  $V$  entre as extremidades de um condutor é proporcional à corrente que o atravessa. A resistência é a constante de proporcionalidade entre eles e pode ser definida a partir da Primeira Lei de Ohm como (MARIOTTO, 2003):

$$R = V/i$$

Pode sofrer variação conforme o comprimento, a largura e a natureza do material do condutor, além da temperatura a que ele é submetido. Todos esses fatores são relacionados por uma equação conhecida como Segunda Lei de Ohm:

$$R = \rho l/A$$

A condutividade elétrica é a capacidade que um material possui em conduzir corrente elétrica, ou seja, é inversamente proporcional a resistividade elétrica. A unidade de medida da condutividade é o Siemens por metro (S/m), que corresponde a  $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$ . Materiais como metais e soluções iônicas geralmente apresentam medidas elevadas de condutividade, graças à presença de uma grande quantidade de elétrons livres nesses meios.

A condutividade de uma solução eletrolítica depende, naturalmente, da concentração da solução. Uma solução que não tenha nenhum íon não conduz eletricidade. A água pura tem íons e, portanto, tem uma certa condutividade, que é pequena. Quando eletrólitos são adicionados, a condutividade naturalmente aumenta (BROWN, 2005).

Na produção de biodiesel, a separação das fases glicerina-biodiesel é a primeira etapa de recuperação do produto, sendo responsável pelo rendimento da reação e posterior purificação. Em razão da diferença de densidade e solubilidade entre as fases, o processo de separação desta reação ocorre usualmente por decantação (STELUTI, 2007).

No presente trabalho o processo de decantação foi empregado para a separação das fases glicerina-biodiesel, onde após a reação de transesterificação a amostra foi transferida para um funil de separação até que fosse possível observar a formação de duas fases distintas. A Figura 3 indica a formação dessas fases:

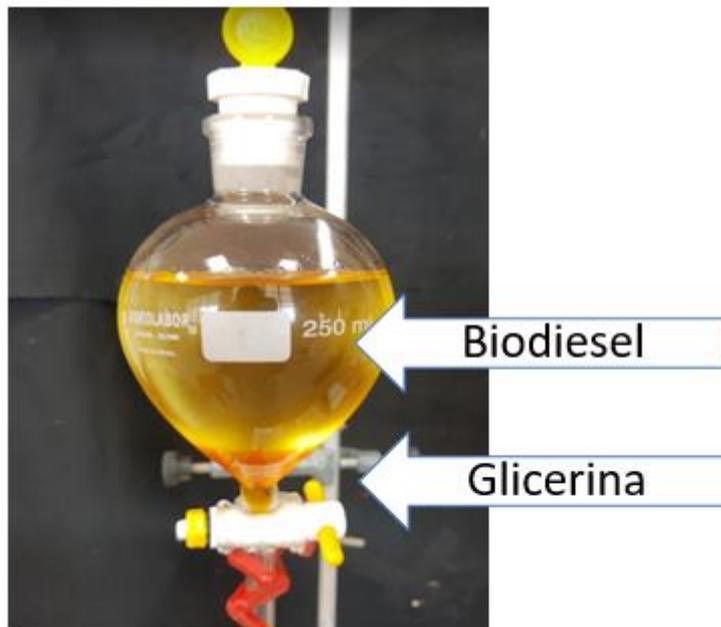
RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Figura 3: Fases biodiesel e glicerina em um funil de separação



Fonte: Autores (2022).

A presença de íons faz com que soluções aquosas sejam boas condutoras, onde soluções aquosas que contêm íons são chamadas de eletrólitos (BROWN, 2005). Na reação de produção do biodiesel o álcool e o glicerol não são eletrólitos, ou seja, não possuem elétrons livres, os catalisadores empregados na reação, no nosso caso o NaOH é considerado um eletrólito forte, que dá origem a soluções de alta condutividade (SANTOS, 2013).

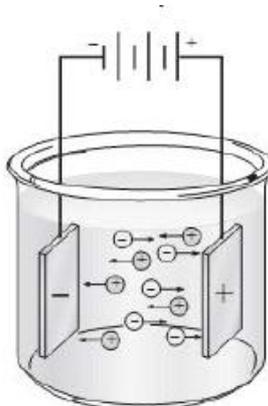
O processo eletrostático a partir do qual os íons se movem sob a influência de um campo elétrico é chamado “migração”. A velocidade na qual os íons migram para a superfície do eletrodo ou para longe dela geralmente sobe à medida que o potencial do eletrodo aumenta. Esse movimento de cargas constitui-se em uma corrente, a qual também se eleva com o potencial. A Figura 4 demonstra o movimento dos íons na solução em função da atração eletrostática entre os íons e o eletrodo.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Figura 4: Processo de migração dos íons



Fonte: Skoog *et al.*, (2005) *apud* Santos (2013).

A medição de condutividade é utilizada para detecção de interface quando dois líquidos apresentam condutividade diferentes. Para o presente trabalho foi realizado a medição da diferença de condutividade entre as fases através de um condutivímetro de bancada, para realizar a diferenciação das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel.

### 2.2.2 EQUIPAMENTO UTILIZADO

Para a realização da caracterização das fases foi utilizado medidor de pH e mV de bancada/portátil – marca: Lucadema, modelo MPA-210

A Figura 5 apresenta o equipamento utilizado:

Figura 5: Medidor de pH e condutividade de Bancada



Fonte: Lucadema (2022).

O Quadro 1 apresenta os indicadores do aparelho:



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Quadro 1: Especificações técnicas do equipamento

	Faixa de medição	Resolução	Precisão de leitura
pH	-2,000 a 20,000	+ - 0,001 pH	+ _ 0,005 pH
mV	-1999,9 a +1999,9 mV	+ - 0,1 mV	+ - 0,2 mV
Temperatura	-20 a 120°C	0,1°C	+ - 0,2 °C

Fonte: Lucadema (2022).

Solução de enchimento do eletrodo: KCl 3M saturado com AgCl

Referência de temperatura: 25°C

Impedância de entrada: 10 -13

Indicação automática da sensibilidade do eletrodo: 60 a 100%

Antes do início de cada análise o condutivímetro foi ligado e calibrado com as soluções tampão de pH 7,00 e 4,00, fornecidas pelo fabricante.

Uma observação apresentada pelo fabricante é que a escala de leitura mV não sofre influência da temperatura.

A cada leitura realizada o eletrodo foi lavado com água destilada e seco com papel indicado, com objetivo de preservar o equipamento e diminuir os possíveis erros.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE FRITURA

Para a realização do ensaio com óleo de fritura foram utilizados 200 ml de óleo por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 2,5 ml de NaOH que resultou em uma massa de 3,9 g de NaOH necessária para realização da reação.

O Tabela 1 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 1: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando óleo de fritura

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	548,5	428	580	518,83
	Biodiesel	0,18	0,14	0,17	0,16
1° lavagem	Água	3048	3020	3090	3052,67
	Biodiesel	0,16	0,13	0,13	0,14
2° lavagem	Água	1726	2098	2170	1998,00
	Biodiesel	0,21	0,21	0,22	0,21
3° lavagem	Água	529,8	528,9	516,5	525,07
	Biodiesel	0,11	0,13	0,13	0,12

Fonte: Autores (2022).

De acordo com os valores de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, é possível observar uma grande diferença entre as fases. Na transesterificação, para o biodiesel observou-se valores entre 0,11 e 0,18 uS/cm, bem inferiores aos apresentados pela fase glicerina, que apresentou resultados entre 428 e 580 uS/cm.

Para as águas de lavagem o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores. Para as águas de lavagem as médias oscilaram entre 523 e 3052 uS/cm, enquanto para o biodiesel manteve-se entre 0,12 e 0,16 uS/cm em média.

### 3.2 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE SOJA

Para a realização do ensaio com óleo de fritura foram utilizados 200 ml de óleo de soja por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 0,3 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,58 g de NaOH necessária para realização da reação.

É possível observar que o valor de NaOH utilizado na titulação foi bastante inferior ao utilizado na amostra de óleo de fritura. Tal resultado pode ser explicado pela oxidação e possíveis resíduos presentes na amostra, que afetam a estrutura e qualidade do óleo.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 2: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando óleo de Soja

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	597,6	810,8	995,1	801,17
	Biodiesel	0,15	0,15	0,15	0,15
1° lavagem	Água	399,8	266,5	7010	2558,77
	Biodiesel	0,23	0,35	0,17	0,25
2° lavagem	Água	1587	2044	2580	2070,33
	Biodiesel	0,14	0,13	0,12	0,13
3° lavagem	Água	1199	854,4	748,5	933,97
	Biodiesel	0,12	0,11	0,12	0,12

Fonte: Autores (2022).

Conforme valores obtidos de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, foi possível observar que a amostra de óleo de fritura, assim como a de óleo de soja, apresenta uma grande diferença entre as fases. Na transesterificação, para o biodiesel observou-se o valor de 0,15 para todas as amostras, enquanto os apresentados pela fase glicerina apresentou resultados entre 597 e 995 uS/cm. É possível observar que a glicerina para esta amostra apresenta valores superiores aos da amostra de óleo de fritura.

Os resultados obtidos durante as lavagens indicam que o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores. Para as águas de lavagem as médias oscilaram de maneira bastante acentuada, entre 933 e 2558 uS/cm, ambos valores de média, enquanto para o biodiesel a oscilação ficou entre 0,11 e 0,35 uS/cm.

### 3.3 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE MILHO

Para a realização do ensaio com óleo de milho foram utilizados 200 ml de óleo de milho por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 0,5 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,7 g de NaOH necessária para realização da reação.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 3: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando óleo de Milho

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	1.144	945,60	801,70	963,77
	Biodiesel	0,15	0,16	0,17	0,16
1° lavagem	Água	1.740,00	1.699,00	1.061,00	1.500,00
	Biodiesel	6,47	5,63	4,92	5,67
2° lavagem	Água	5.170,00	3.450,00	4.330,00	4.316,67
	Biodiesel	0,18	0,19	0,16	0,18
3° lavagem	Água	1.815,00	1.110,00	1.575,00	1.500,00
	Biodiesel	0,13	0,12	0,13	0,13

Fonte: Autores (2022).

A partir das medições de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, foi possível observar que a amostra de óleo de fritura, assim como a de óleo de soja, apresenta uma grande diferença entre as fases. Na transesterificação, para a fase biodiesel os valores oscilaram entre 0,15 e 0,17 uS/cm, enquanto os apresentados pela fase glicerina apresentaram resultados entre 801 e 1144 uS/cm.

Os valores obtidos durante as lavagens indicam que o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores aos das águas de lavagem. Porém foi possível observar que para a primeira lavagem os valores ficaram em média 5,67 uS/cm, bastante superiores as demais lavagens, que apresentaram resultados entre 0,13 e 0,19 uS/cm. Essa oscilação pode ser justificada por alguma contaminação ou resíduo de glicerina na amostra. Para as águas de lavagem as médias oscilaram entre 1.500 e 4.316 uS/cm.

### 3.4 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE CANOLA

Para a realização do ensaio com óleo de canola foram utilizados 200 ml de óleo por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 0,4 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,64 g de NaOH necessária para realização da reação. Em relação as amostras anteriores esta apresentou um valor inferior de NaOH para titulação, que pode ser justificado pela qualidade e propriedades da matéria prima.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média:



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 1: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando óleo de Canola

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	573,8	564,4	464,8	534,33
	Biodiesel	0,11	0,11	0,09	0,10
1° lavagem	Água	807,1	1906	2150	1.621,03
	Biodiesel	0,12	0,14	0,15	0,14
2° lavagem	Água	1.960,00	2.520,00	3.330,00	2603,33
	Biodiesel	0,12	0,11	0,11	0,11
3° lavagem	Água	931	701,7	885,3	839,33
	Biodiesel	0,14	0,11	0,12	0,12

Fonte: Autores (2022).

De acordo com os valores de condutividade apresentados pela leitura direta no condutímetro, é possível observar uma grande diferença entre as fases. Na transesterificação, para o biodiesel observou-se valores entre 0,11 e 0,18 uS/cm, bem inferiores aos apresentados pela fase glicerina, que apresentou resultados entre 428 e 580.

Para as águas de lavagem o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores. Para as águas de lavagem as médias oscilaram entre 523 e 3052 uS/cm, enquanto para o biodiesel manteve-se entre 0,12 e 0,16 uS/cm em média.

### 3.5 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE GIRASSOL

Para a realização do ensaio com óleo de girassol foram utilizados 200 ml de óleo de girassol por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 0,3 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,58 g de NaOH necessária para realização da reação, resultado semelhante ao apresentado pelo óleo de soja.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 2: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando óleo de Girassol

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	929,00	409,00	748,00	695,33
	Biodiesel	0,15	0,17	0,16	0,16
1° lavagem	Água	7.222,00	972,00	2.280,00	3.491,33
	Biodiesel	0,10	0,17	0,14	0,14
2° lavagem	Água	1.809,00	2.780,00	2.390,00	2.326,33
	Biodiesel	0,10	0,15	0,12	0,12
3° lavagem	Água	1.059,00	1.353,00	424,00	945,33
	Biodiesel	0,11	0,12	0,13	0,12

Fonte: Autores (2022).

Conforme valores obtidos de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, foi possível observar que a amostra de óleo de girassol apresenta uma grande diferença entre as fases. Na transesterificação, para o biodiesel observou-se o valor de médio de 0,16 uS/cm, enquanto os valores apresentados pela fase glicerina foram entre 409 e 929 uS/cm.

Os resultados obtidos durante as lavagens indicam que o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores, que oscilaram entre 0,11 e 0,17. Já para as fases águas de lavagem as médias oscilaram de maneira bastante acentuada, entre 424 e 7.222 uS/cm, porém as médias das águas ficaram entre 945 e 3.491 uS/cm, essa variação elevada pode ser justificada por alguma contaminação ou resíduo da reação presente na água.

### 3.6 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM GORDURA SUÍNA

Para a realização do ensaio com gordura suína foram utilizados 200 ml de óleo de milho por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 0,8 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,88 g de NaOH necessária para realização da reação.

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 6: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando gordura suína

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	919,30	1.137,00	1.641,00	1.232,43
	Biodiesel	0,15	0,33	0,17	0,22
1° lavagem	Água	3.650,00	1.416,00	5.630,00	3.565,33
	Biodiesel	0,19	0,17	0,17	0,18
2° lavagem	Água	2.580,00	2.050,00	2.100,00	2.243,33
	Biodiesel	0,18	0,18	0,17	0,18
3° lavagem	Água	540,40	479,90	515,10	511,80
	Biodiesel	0,14	0,15	0,15	0,15

Fonte: Autores (2022).

A partir das medições de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, foi possível observar que na reação de transesterificação o biodiesel apresenta diferença cerca de mil vezes menor que a fase glicerina. Para a fase biodiesel os valores oscilaram entre 0,15 e 0,33 uS/cm, enquanto os apresentados pela fase glicerina apresentaram resultados entre 919 e 1.641 uS/cm.

Os valores obtidos durante as lavagens indicam que o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores aos das águas de lavagem. Os valores de condutividade para o biodiesel oscilaram entre 0,14 e 0,19 uS/cm, enquanto para as águas de lavagem as médias oscilaram entre 511 e 2243 uS/cm, onde foi possível notar que a última lavagem apresentou valores bastante inferiores para condutividade da água comparada as anteriores.

### 3.7 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM GORDURA DE FRANGO

Para a realização do ensaio com gordura de frango foram utilizados 196 ml de gordura de frango por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 1,0 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,94 g de NaOH necessária para realização da reação.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 7: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando gordura de frango

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média (uS/cm)
Transesterificação	Glicerina	841,40	645,10	221,40	569,3
	Biodiesel	0,17	0,16	0,17	0,16
1° lavagem	Água	7.660,00	8.090,00	7.890,00	7.880
	Biodiesel	0,54	0,46	0,37	0,45
2° lavagem	Água	2.900,00	2.620,00	1.066,00	2.195,33
	Biodiesel	0,13	0,27	0,26	0,22
3° lavagem	Água	781,10	1.349,00	1.610,00	1.246,7
	Biodiesel	0,17	0,37	0,21	0,25

Fonte: Autores (2022).

Conforme valores obtidos de condutividade apresentados pela leitura direta no condutivímetro, foi possível observar que para a amostra de gordura de frango na transesterificação o biodiesel apresentou o valor de médio de 0,16 uS/cm, enquanto os valores apresentados pela fase glicerina foram entre 221 e 841 uS/cm.

Em relação aos resultados obtidos durante as lavagens indicam que o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores, que oscilaram entre 0,13 e 0,54 uS/cm. Já para as fases águas de lavagem as médias oscilaram de maneira bastante acentuada, chegando a cem vezes de diferença, com valores entre 781 e 7660 uS/cm, obtendo-se como médias das águas ficaram valores entre 1246 e 7880, novamente essa variação elevada pode ser justificada por alguma contaminação ou resíduo da reação presente na água.

### 3.8 PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM GORDURA BOVINA

Para a realização do ensaio com gordura bovina foram utilizados 150 ml de gordura bovina por amostra e 40 ml de metanol, a titulação consumiu um volume de 1,0 ml de NaOH que resultou em uma massa de 2,25 g de NaOH necessária para realização da reação.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos de condutividade para todas as fases, glicerina-biodiesel e água de lavagem, assim como a média.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 8: Condutividade elétrica das fases glicerina-biodiesel e água de lavagem-biodiesel utilizando gordura bovina

Processo	Fase	Resultados - Condutividade			
		Amostra 01 (uS/cm)	Amostra 02 (uS/cm)	Amostra 03 (uS/cm)	Média
Transesterificação	Glicerina	4.360,00	6.240,00	7.940,00	6.180,00
	Biodiesel	0,12	0,14	0,22	0,16
1° lavagem	Água	457,90	3.620,00	3.650,00	2.575,97
	Biodiesel	0,64	0,61	0,61	0,62
2° lavagem	Água	1.620,00	1.659,00	1.317,00	1.532,00
	Biodiesel	0,38	0,41	0,57	0,45
3° lavagem	Água	855,00	232,50	398,10	495,20
	Biodiesel	0,12	0,11	0,27	0,17

Fonte: Autores (2022).

De acordo com os valores de condutividade apresentados pela leitura direta no condutímetro, é possível observar uma grande diferença entre as fases. Na etapa de transesterificação, para o biodiesel observou-se valores entre 0,12 e 0,22 uS/cm, bem inferiores aos apresentados pela fase glicerina, que apresentou resultados entre 4360 e 7940 uS/cm.

Para as águas de lavagem o biodiesel continuou apresentando valores bastante inferiores. Para as águas de lavagem as médias oscilaram entre 495 e 2575 uS/cm, enquanto para o biodiesel manteve-se entre 0,17 e 0,62 uS/cm em média.

### 3.9 DISCUSSÃO SOBRE RESULTADOS CONSOLIDADOS

#### 3.9.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS FASES GLICERINA E BIODIESEL

A Tabela 9 apresenta os valores consolidados e comparativos entre as condutividades das fases Biodiesel e Glicerina para todas as amostras utilizadas.

Tabela 9: Média de condutividade elétrica da glicerina e biodiesel das três amostras para cada uma das matérias-primas

Matéria Prima	Glicerina (uS/cm <sup>2</sup> )	Biodiesel (uS/cm <sup>2</sup> )
Óleo de fritura	518,8	0,16
Óleo de soja	801,2	0,15
Óleo de canola	534,3	0,10
Óleo de milho	963,8	0,16
Óleo de girassol	695,3	0,16
Gordura de frango	569,3	0,17
Gordura suína	1232,4	0,22
Gordura bovina	6180,0	0,16
<b>Média</b>	1436,9	0,16
<b>Desvio Padrão</b>	1185,77	
<b>Diferença</b>	8981	

Fonte: Autores (2022).



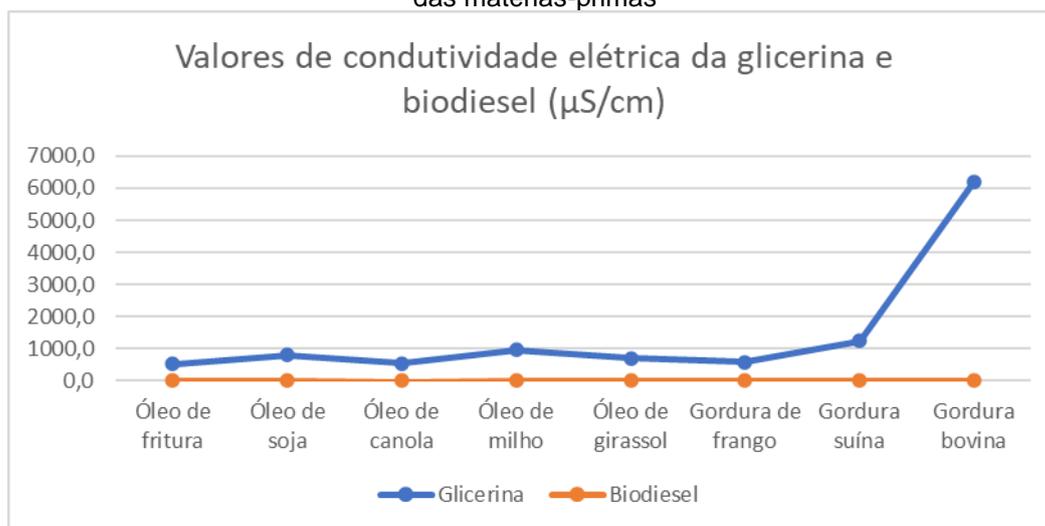
## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Com base nos dados é possível observar que os valores de condutividade do Biodiesel variaram entre 0,10 e 0,22 mS, com média de 0,16 mS. Enquanto para a Glicerina a variação observada foi entre 518mS e 6180ms, essa variação pode ser justificada pela composição das matérias primas.

O Gráfico 1 apresenta os resultados obtidos para melhor visualização e comparação dos resultados:

Gráfico 1: Média de condutividade elétrica da glicerina e biodiesel das três amostras para cada uma das matérias-primas



Fonte: Autores (2022).

De acordo com o gráfico é possível identificar que para todas as matérias primas utilizadas os valores de condutividade do biodiesel apresentaram valores inferiores a 1(uS/cm), enquanto para a glicerina os valores permaneceram abaixo de 1500 uS/cm, exceto para a amostra de gordura bovina, que apresentou resultado de superior, na faixa de 6000.

### 3.9.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS FASES ÁGUA DE LAVAGEM E BIODIESEL PARA A PRIMEIRA LAVAGEM

A Tabela 10 apresenta os valores consolidados e comparativos entre as condutividades das fases Biodiesel e primeira lavagem para todas as amostras utilizadas.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Tabela 10: Média de condutividade elétrica da água de lavagem e biodiesel das três amostras para cada uma das matérias-primas na primeira lavagem

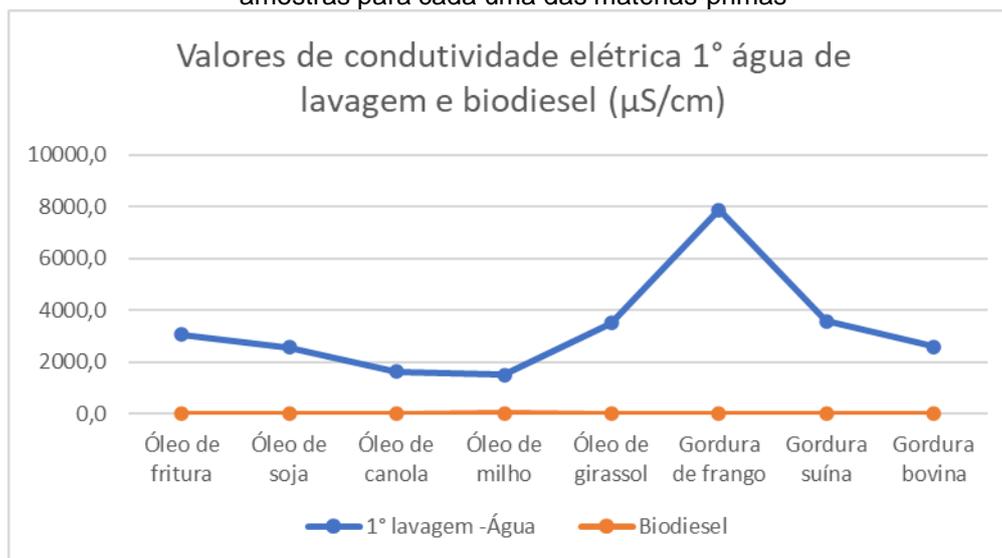
Matéria Prima	1° lavagem -Água (uS/cm)	Biodiesel (uS/cm)
Óleo de fritura	3.052,7	0,14
Óleo de soja	2.558,8	0,25
Óleo de canola	1.621,0	0,14
Óleo de milho	1.500,0	5,67
Óleo de girassol	3.491,3	0,14
Gordura de frango	7.880,0	0,46
Gordura suína	3.565,3	0,18
Gordura bovina	2.576,0	0,62
<b>Média</b>	<b>3.280,6</b>	<b>0,95</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1.273,68</b>	<b>1,18</b>
<b>Diferença</b>	<b>3.453</b>	

Fonte: Autores (2022).

De acordo com os resultados observados é possível perceber que a média para a condutividade elétrica da fase biodiesel foi de 0,97, enquanto os valores de condutividade da água apresentaram média de 3.280 uS/cm. O desvio padrão para os valores de biodiesel foi de 1,18 enquanto para a água de lavagem foi de 1273,6.

O Gráfico 2 apresenta os resultados obtidos para melhor visualização e comparação dos resultados:

Gráfico 2: Média de condutividade elétrica do biodiesel para água na primeira lavagem das três amostras para cada uma das matérias-primas



Fonte: Autores (2022).

De acordo com o gráfico é possível observar que a condutividade do biodiesel para todas as amostras é sempre inferior a condutividade da água, onde os valores para condutividade do biodiesel



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

permaneceram entre 0,14 e 5,67uS/cm, enquanto para a água os valores permaneceram acima de 1.500 us/cm.

Podemos destacar como pontos discrepantes das demais amostras a condutividade da amostra de biodiesel com óleo de milho, com valor de 5,67 e para a fase água a amostra proveniente da gordura de frango, com 7.880 us/cm.

### 3.9.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS FASES ÁGUA DE LAVAGEM E BIODIESEL PARA A SEGUNDA LAVAGEM

A Tabela 11 apresenta os valores consolidados e comparativos entre as condutividades das fases Biodiesel e água de lavagem para a segunda lavagem para todas as amostras utilizadas.

Tabela 11: Média de condutividade elétrica da água e biodiesel das três amostras para cada uma das matérias-primas na segunda lavagem

<b>Matéria Prima</b>	<b>2º lavagem - Água (uS/cm)</b>	<b>Biodiesel (uS/cm)</b>
Óleo de fritura	3052,7	0,14
Óleo de soja	2070,3	0,13
Óleo de canola	2603,3	0,11
Óleo de milho	4316,7	0,18
Óleo de girassol	2326,3	0,12
Gordura de frango	2195,3	0,22
Gordura suína	2243,3	0,18
Gordura bovina	1532,0	0,45
<b>Média</b>	2542,5	0,19
<b>Desvio Padrão</b>	586,29	0,0719
<b>Diferença</b>	13294	

Fonte: Autores (2022).

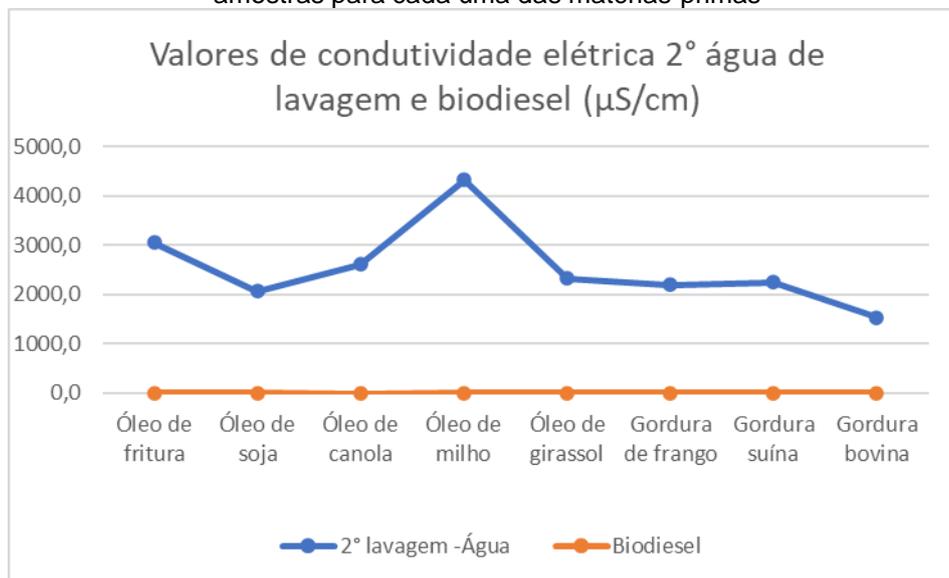
O Gráfico 3 apresenta os resultados obtidos para melhor visualização e comparação dos resultados:



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

Gráfico 3: Média de condutividade elétrica do biodiesel para água na segunda lavagem das três amostras para cada uma das matérias-primas



Fonte: Autores (2022).

Conforme observação do gráfico é possível notar que a condutividade do biodiesel para todas as amostras é sempre inferior a condutividade da água, onde os valores para condutividade do biodiesel permaneceram entre 0,11 e 0,45  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto para a água os valores permaneceram acima de 1500.

Podemos destacar os seguintes pontos de condutividade, para a amostra de biodiesel com gordura bovina, com valor de 0,45  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e para a fase água a amostra proveniente da gordura de frango, com 7.880  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 3.9.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS FASES ÁGUA DE LAVAGEM E BIODIESEL PARA A TERCEIRA LAVAGEM

A Tabela 12 apresenta os valores consolidados e comparativos entre as condutividades das fases Biodiesel e água de lavagem para a terceira lavagem para todas as amostras utilizadas.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

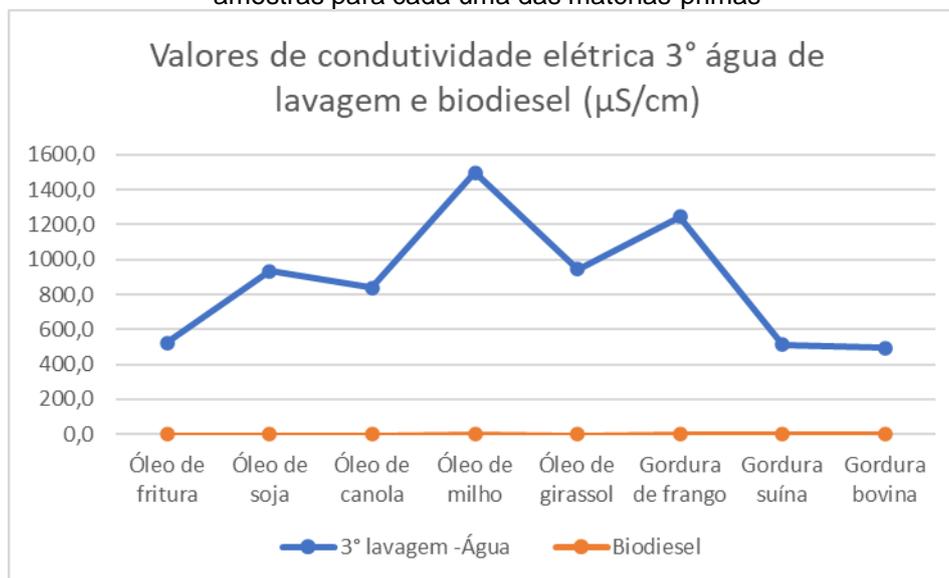
Tabela 12: Média de condutividade elétrica da água e biodiesel das três amostras para cada uma das matérias-primas na terceira lavagem

Matéria Prima	3° lavagem -Água (uS/cm)	Biodiesel (uS/cm)
Óleo de fritura	525,1	0,12
Óleo de soja	934,0	0,12
Óleo de canola	839,3	0,12
Óleo de milho	1500,0	0,13
Óleo de girassol	945,3	0,12
Gordura de frango	1246,7	0,25
Gordura suína	511,8	0,15
Gordura bovina	495,2	0,17
<b>Média</b>	<b>874,7</b>	<b>0,15</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>281,825</b>	
<b>Diferença</b>	<b>5.930</b>	

Fonte: Autores (2022).

O Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos para melhor visualização e comparação dos resultados:

Gráfico 4: Média de condutividade elétrica do biodiesel para água na terceira lavagem das três amostras para cada uma das matérias-primas



Fonte: Autores (2022).

De acordo com o gráfico é possível observar que a condutividade do biodiesel para todas as amostras é sempre inferior a condutividade da água, onde os valores para condutividade do biodiesel permaneceram entre 0,12 e 0,25 uS/cm, enquanto para a água os valores permaneceram acima de 495 us/cm.

Podemos destacar como pontos diferente das demais amostras a condutividade da amostra de biodiesel com gordura de frango, com valor de 0,25 us/cm e para a fase água a amostra



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

proveniente do óleo de milho, com 4.316 us/cm com maior condutividade e 495 us/cm com menor condutividade, apresentada pela amostra de gordura bovina.

#### 4 CONSIDERAÇÕES

A produção de biodiesel através de reação de transesterificação utilizando metanol e NaOH como catalizador apresentou resultados bastante satisfatórios devido sua facilidade e custo-benefício, onde foi possível a utilização de diferentes matérias primas com objetivo de comparar os resultados.

Pode-se concluir que é possível realizar a diferenciação de fases biodiesel-glicerina e biodiesel-água de lavagem a partir da condutividade elétrica verificada a partir por condutímetro de bancada, pois as fases apresentam valores com diferença significativa entre eles. Os resultados obtidos de condutividade elétrica para todas as amostras de biodiesel, independente da matéria prima utilizada, apresentam valores bastante inferiores aos de glicerina e águas de lavagem. A média observada para condutividade da fase biodiesel na reação de transesterificação ficou em 0,16 uS/cm enquanto a glicerina apresentou média de 1.436,9 uS/cm, o que indica uma diferença de 8.981 vezes no valor.

Em relação as matérias primas utilizadas podem-se destacar a condutividade apresentada na reação com gordura bovina como a com maior diferença entre as fases biodiesel-glicerina, onde o biodiesel apresentou valor médio de 0,16 uS/cm<sup>2</sup> enquanto a glicerina apresentou valor médio de 6.180 uS/cm<sup>2</sup>, ou seja, é a matéria-prima mais eficiente para o método.

Já como matéria-prima que apresenta menor diferença entre as fases glicerina e biodiesel na reação de transesterificação está o óleo de fritura com condutividade média de 0,16us/cm<sup>2</sup> para o biodiesel e 518,8 uS/cm para a fase glicerina, ou seja, apresente menor eficiência para separação pelo método utilizado.

O equipamento, assim como as matérias primas e tipo de reação utilizadas são de fácil acesso e manuseio, o que torna o experimento facilmente replicável e ajustável a diferentes matérias primas e demais variáveis.

Para trabalhos futuros propõe-se utilizar outras fontes de matéria prima, assim como variar os tipos de catalizador, para etanol e KOH (hidróxido de potássio), assim como tempo e temperatura de reação. Também é sugerido a secagem e purificação do biodiesel para das diversas amostras utilizadas, determinando assim seu grau de pureza. Outra sugestão é avaliar a aplicação do método para automação de sistemas de separação de fases com condutividade diversas, podendo ser aplicadas em separadores industriais para diferentes matérias-primas.

#### REFERÊNCIAS

BROWN, Theodore L. *et al.* **Química**: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM DIVERSAS MATÉRIAS PRIMAS E SEPARAÇÃO DE FASES POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA  
Débora Nathália Fernandes Florindo, Stefani Gabrieli Dias de Freitas, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

DE FREITAS, Stefani Gabrieli Dias et al. Produção de biodiesel a partir do óleo de soja, milho, girassol e canola por transesterificação: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e33411527167-e33411527167, 2022.

FLORINDO, Débora Nathália Fernandes et al. Revisão sistemática da literatura: Produção de biodiesel a partir de óleo residual de fritura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e33511527106-e33511527106, 2022.

LUCADEMA. **Manual de instruções – Medidor de pH de bancada**. [S. l.: s. n.], 2022.

MARIOTTO, Paulo Antônio. **Análise de Circuitos Elétricos**. São Paulo: Editora Pearson, 2003.

MENEGHETTI, Simoni P.; MENEGHETTI, Mario Roberto; BRITO, Yariadner C. A reação de transesterificação, algumas aplicações e obtenção de biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 63-73, 2013.

PARENTE, E. J. de S. *et al.* **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: tecbio, 2003. v. 68.

SANTOS, Paulo Sérgio Barbosa dos. **Desenvolvimento e teste de um sistema para separação automática das fases glicerol-biodiesel utilizando sensor de condutividade elétrica**. 2013. 143 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013.

STELUTI, Andrés José Cocato. **Estudo do processo de separação das fases biodiesel-glicerina por centrifugação**. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.